4Z-02

静岡大学環境負荷モニタリングシステムを用いた学部棟における電力消費の分析

荒木 拓也† 峰野 博史†

静岡大学大学院 情報学研究科†

1.はじめに

近年では温室効果ガスの排出量を抑える取り組みや，省エネルギー化のために省エネ法の改正や規則の改定が実施されている．また，2011 年の東日本大震災以降は電力需給の逼迫という問題も発生した．今後はエネルギー効率の改善や化石燃料の使用量を減らすだけでなく，電力需給バランスやピーク対策を意識したエネルギー管理が求められる．

本論文では，静岡大学環境負荷モニタリングシステムを用いた静岡大学棟内の電気使用量を集計し，電力消費のピークとなる時間帯や使用量の多いエリアを分析する．分析結果から，大学棟内でのエネルギー管理に向けた電気使用量の削減可能な箇所の推測，電気使用量が大きい原因を考察する．

2.背景

2.1. スマートグリッド

省エネルギー化の対策としてスマートグリッドが挙げられる．スマートグリッドは火力，原子力をはじめとした大規模発電や太陽光，風力，燃料電池など分散型発電の電力供給側と一般住宅やビルなど電力需要側との間で情報通信技術（ICT）を利用することでエネルギーの需要と供給のバランスを取るための次世代型電力網である[1]．ICT を導入することで，スマートグリッドは需要，供給側に双方向通信ネットワークを用いた情報のやり取りを可能にさせる．スマートグリッドは電力供給インフラ上に通信インフラを構築することで電力網全体の信頼性や効率性を高めることを目的とする．

2.2. 「見える化」

スマートメーターは電気使用量を計測，取得したデータを送信する．電力供給側は多くのスマートメーターから得たデータを「見える化」することで電力需要を測ることが可能となる．消費者側は電力消費の無駄を発見することで節電を意識した電力制御を実施できる．

2.3. 静岡大学環境負荷モニタリングシステム

静岡大学環境負荷モニタリングシステムは，静岡大学の静岡キャンパスおよび浜松キャンパス内の電気室の電気使用量，個別ガス流量，個別水流量を計測してデータとして取り扱うことができる[2]．計測，収集されたデータはサーバに保存され，web ブラウザを介してグラフとして「見える化」される．グラフは計測地点だけでなくキャンパス，建物，用途など階層構造ごとにグループ化して分析や考察が可能である．本論文では浜松キャンパス情報学部 1 号館・講義棟の電気使用量について調査，分析を行う．電気使用量は空調，単相，三相，電灯・コンセントの用途に応じた 4 種に区分される．用途はそれぞれ冷暖房，単相動力，三相動力，電灯とコンセントである． 各区分の電気使用量はエリアごとで区分できる．

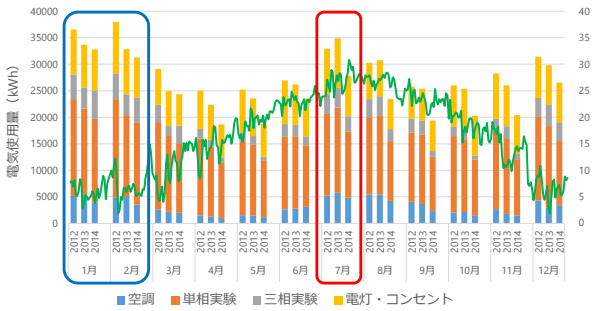

図 1　年間電気使用量と平均気温

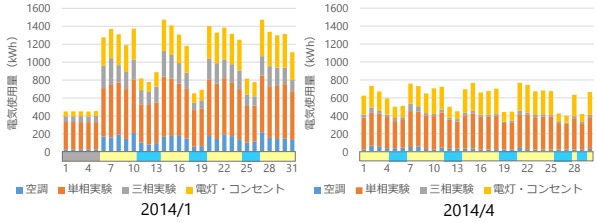

図 2　1 月と 4 月の電気使用量

3.浜松キャンパス情報棟 1 号館の分析

3.1. 年間電気使用量

図 1 に年間電気使用量と平均気温の推移を示す．電気使用量は 2012-2014 年の 3 年間の値で，気温は 2014 年の浜松の平均気温である．図 1 から 1，2，7 月の電気使用量が大きいことが分かる．電気使用量の大きい原因は空調をはじめ冷暖房機器の利用で電力消費が増加したためと考えられる．電気使用量の推移は毎年似ているため，最新の 2014 年の電気使用量について分析する．

図 1 の 2014 年の推移で電気使用量の大きい月は 1 月，2 月，7 月と続き，最小が 4 月と分かる．1 月と 4 月の電気使用量を比較すると 1 月は 4 月の約 176%に達し，差は 14143 kWh である．空調の区分は 7 月の電気使用量が最も大きく，最小の 4 月と比較すると約 468%，3835 kWh の差がある．図 1 から平均気温は 1-2 月が低く 7 月が高いことから，空調の利用が原因と考えられる．月ごとの推移から電気使用量が最大，最小の月が分かったので，それぞれの月における日ごとの電気使用量について分析する．

3.2. 月間電気使用量

2014 年 1 月と 4 月の電気使用量の推移を**図 2** に示す．図 2 から，電気使用量の大きい日が主に平日，小さい日は休日や祝日，長期休暇と分かる．

1 月の電気使用量は 1-5 日が冬季休暇，18-19 日がセ

Analysis of electricity consumption in the building with Shizuoka University Environmental Monitoring System

† Takuya Araki, Hiroshi Mineno ,

† Graduate School of Informatics, Shizuoka University

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ンター試験の影響で小さい．平日は電灯や空調の電気使用量が大きいことから，建物の利用者の増加と分かる．1 月の平日と休・祝日それぞれの電気使用量の平均値を比較すると平日 1321 kWh は休日 640 kWh の 206%である．電灯・コンセントの区分では平日 338 kWh は休日 102 kWh の 331%と増加率が高い．区分の中で利用者数の影響が大きいのは電灯・コンセントと考えられる．

4 月の平日と休日の電気使用量の平均値を比較すると平日 693 kWh は休日 456 kWh の 152%である．電灯の増加率は高いが，三相や空調，単相はあまり変化がない．変化が少ない理由は空調をはじめ冷暖房設備の利用が少ないためと考えられる．日ごとの推移の分析から平日と休・祝日は電気使用量に大きな差があると分かった．次にそれぞれ 1 日の電気使用量の推移について分析する．

3.3. 日間電気使用量

3.3.1. 合計

図 2 の 1 月から電気使用量が最大の平日である 14 日と祝日である 13 日の電気使用量の推移を**図 3** に示す．平日の推移から電気使用量は日中の 8-19 時に大きく，夜間は小さいことが分かる．

14 日の場合，8-19 時の 12 時間が 1 日の電気使用量の 61%を占める．平日は建物の利用者が多いため時間帯で変化する利用者数が電気使用量に影響を与えることが分かる．13 日の場合は 8-19 時の電気使用量が 1 日の 48%で夜間の電気使用量の方が大きい．祝日の利用者が少ない以外に，夜間の利用者の影響で 19 時以降の電気使用量が大きくなったことが考えられる．図 3 が示す 13 日の空調の電気使用量から 11- 23 時に利用者がいたことが分かる．冬季は夜間も暖房が利用されるため，夜間の電気使用量が大きくなる．各区分をさらに分析するため，エリアごとの電気使用量について分析する．

3.3.2. 三相・空調

図 4 は図 3 にある 14 日の各区分をエリアごとの内訳で示したものである．三相・空調の推移から電気使用量は 10 時に増加することが分かる．10 時以降は 16 時を除いて減少，21 時に最小となる．電気使用量が最大の 10 時を見ると，1 時間前の 9 時と比較して 5，6 階三相と講義棟空調の電気使用量はそれぞれ 791 Wh，329 Wh 増加している．10 時前後に 5，6 階や講義棟で暖房器具を利用され始めたと考えられる．一方，1-3 階空調の電気使用量はほぼ一定である．1 階はサーバが設置されているため夏季は冷房を利用する．しかし 1 月に冷房は不要と考えた場合，夜間での 1-3 階空調の電気使用量は大きいと考えられる．

3.3.3. 電灯・単相

図 4 の電気使用量の推移から照明・コンセントの内訳の一つである講義棟電灯が利用されているのは 10-20 時と分かる．日中の電気使用量が大きく空調と似た推移である．1，2 階照明は 2-6 階照明に比べて推移に大きな変化がない．日中の利用者による影響が少ないか，夜間の電気使用量が大きいと考えられる．3，4 階は 5，6 階と比較して夜間の電気使用量が大きく，日中の増加率も高い．5，6 階の電気使用量は 4 時に 71 Wh だが，16 時に 819 Wh まで増加する．1-6 階を比較すると 0-9 時に 1，2 階照明と 3，4 階照明の電気使用量が 5，6 階照明より大きい． 0-9 時は 5，6 階に利用者が不在だったと考えると，夜間に建物を利用しなければ，1-4 階照明の電気使用量も小さくなると考えられる．

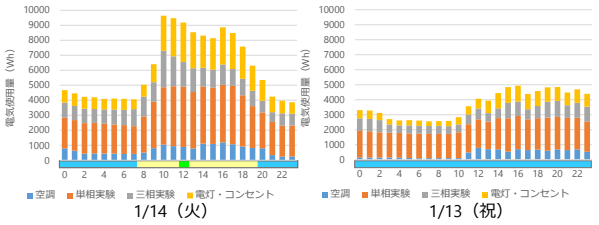

図 3　平日と祝日の電気使用量

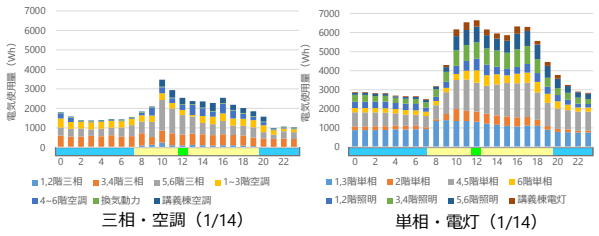

図 4　区分ごとの電気使用量

図 4 の単相の内訳では 2 階単相，6 階単相が 10-18 時に電気使用量が増加し，0-9 時，19-23 時は減少する．1，3 階と 4，5 階の単相はそれぞれ一括で計測される．1，3 階単相は常に一定の電気使用量を示す．4，5 階単相の電気使用量は最大と最小を比較すると 310%の差が生じる．単相実験全体では電気使用量が最大の 12 時 4016 Wh と最小の 7 時 1846 Wh を比較して 217%の差が生じる．単相は全体の電気使用量の約半分を占めるため，最も電気使用量削減の効果が大きい．

4.おわりに

本論文では静岡大学環境負荷モニタリングシステムによって大学棟内の電気使用量を集計し，電気使用量の大きい時間帯や区分を分析した．電気使用量は利用者の増減や気温の変化から大きく影響を受けることが分かった．空調や三相の区分は冷暖房に関わるため，気温の影響を大きく受ける．一方で，電気使用量の小さい月は空調を利用しない場合の電気使用量に近いという考察や，冬季の空調に削減可能な電力消費を推測した．1 月に休・祝日の夜間で空調の電気使用量が大きい日を確認した．利用者が少ない状態の空調は無駄が大きくなるため，同様の日が多く発生するか確認と検証が必要と考えられる．

EMS（Energy Management System）の中で住宅を対象とした HEMS における無線応用に関する研究[3]では，HEMS に無線通信を適用したときに求められる要件の通信エリア，通信品質，通信レートの各項目で分析，考察されている．現在より詳細な区分で計測するネットワークを静岡大学環境負荷モニタリングシステムに構築することで，単相の電気使用量の大きい原因や削減可能な電力消費の分析が可能になると考えられる．

参考文献

[1] 横山隆一，“災害に強い電力ネットワーク -スマートグリッドの基礎知識-”，早稲田大学出版部，2011
[2] 峰野博史 他，静岡大学環境負荷モニタリングシステムの開発と導入，電子情報通信学会論文誌 B，Vol.J94-B，No.7，pp.780-792
[3] 浮田陽介，他，“ホームエネルギーマネジメントシステムにおける無線応用”，パナソニック技報，vol.57，no.1，48-53, 2011-04

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.